



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09214421 A**(43) Date of publication of application: **15 . 08 . 97**

(51) Int. Cl

**H04B 7/26****H01Q 3/36****H01Q 21/28**(21) Application number: **08056628**(71) Applicant: **ITEC KK**(22) Date of filing: **08 . 02 . 96**(72) Inventor: **ITO SADAO**

(54) **CONTROL SYSTEM FOR ANTENNA DIRECTIVITY CHARACTERISTIC OF RADIO BASE STATION IN MOBILE RADIO SYSTEM**

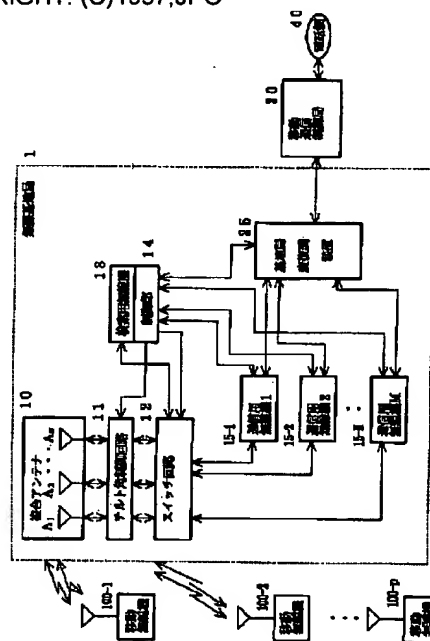
directivity and a tile angle control circuit 11 controls each tilt angle.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce transmission power and radio wave interference and to improve the effective utilization of frequencies by controlling an antenna provided in a base station so as to direct the antenna in a direction giving a higher radio signal level sent from a mobile radio equipment.

**SOLUTION:** A composite antenna 10 provided to a radio base station 1 has two kinds of functions (operations). The one is a function of sending/ receiving a control signal to/from mobile radio equipments 100 (100-1-100-p) in existence in an optional position in a service area under the control at all times and of confirming and tracing the current position of the mobile radio equipments 100, and the other function is a function of using only part of a composite antenna for the communication with an optional mobile radio equipment 100 so as to prevent radiation of undesired radio waves for the use of the other parts. In order to provide the functions above, the antenna is made up of plural basic antennas each having the identical characteristic so as to be in use through optional combinations under the control of a control section 14, the basic antennas have a narrow beam characteristic as the horizontal planer



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-214421

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H04B 7/26

H 0 4 B 7/26

**B**

H01Q 3/36

H 0 1 Q 3/36

21/28

21/28

審査請求 未請求 請求項の数7 書面 (全 19 頁)

(21)出願番号

特願平8-56628

(22) 出願日

平成8年(1996)2月8日

(71)出願人 593155802

アイテック株式会社

東京都港区赤坂2丁目8番15号

(72) 発明者 伊藤 貞男

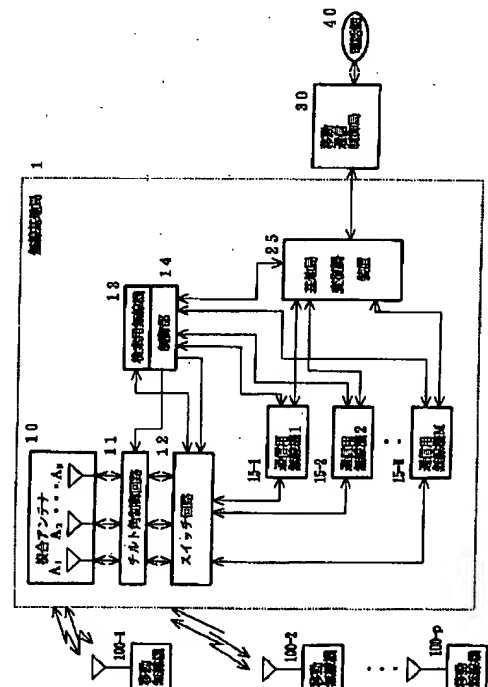
東京都港区赤坂2丁目8番地15号 アイテック株式会社内

(54) 【発明の名称】 移動無線システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基地局に設けられたアンテナの指向性を移動無線機から送られてきた無線信号レベルの大きい方向に向くように制御し、送信電力及び電波干渉の軽減、周波数の有効利用度の向上等を図る。

【解決手段】無線基地局１に具備されている複合アンテナ１０は２種類の機能（作用）を有する。その１は所管するサービスエリアの任意の場所に存在する移動無線機に対し、制御信号を常時送受信すると共に移動無線機の現在位置を確認・追跡可能な機能であり、その２は任意の移動無線機との通信には複合アンテナの一部のみを使用し、他の部分の使用による不必要な電波の放射を防止する機能である。これらの機能を持たせるためアンテナは制御部１４の制御により、任意の組合わせで使用が可能ないように同一特性を有する複数の基本アンテナから構成され、かつこれら基本アンテナは水平面内指向特性として狭ビーム特性を有しており、チルト角制御回路１１によりそれぞれチルト角を制御する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 複数のゾーンをそれぞれカバーしてサービスエリアを構成する各無線基地局（1）と、ゾーンを横切って前記無線基地局と交信するための無線チャネルを用いた各移動無線機（100）との間の通信を管理するための移動通信制御局（30）と、前記移動通信制御局と伝送路により結合されている電話網（40）に含まれている電話機とがあり、前記無線基地局と前記移動無線機との間で行う無線移動通信のために前記無線基地局に具備されている複合アンテナは複数の同一特性を有する基本アンテナから構成され、水平面内指向特性として狭ビーム特性を有し、前記無線基地局に具備されている制御部の制御により任意の組合わせで使用が可能であり、かつそれぞれチルト角制御が可能であるように構成されているとき、

前記移動無線機と前記無線基地局との通信においては前記制御部は通信に適する前記基本アンテナの1つまたは複数を特定し、かつ前記各基本アンテナのチルト角制御量を決定し、それぞれその制御の実行により前記無線基地局に具備された無線機により前記移動無線機との良好な通信を行うことを可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【請求項 2】 前記**

**【請求項 1】** の前記無線基地局と前記移動無線機との交信中において、前記移動無線機のサービスエリア内移動にともない、使用中の基本アンテナの変更、チルト角の変更をする必要が生じたことを前記制御部で見出した場合は、

**【請求項 1】** 項記載の制御を実行する事を可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【請求項 3】 前記**

**【請求項 1】** の前記無線基地局と前記移動無線機との交信中において、前記移動無線機のサービスエリア内移動にともない、前記移動無線機と前記無線基地局の相対距離の変化により、前記無線基地局で使用に適する1つまたは複数の基本アンテナの各主指向性のチルト角変更を行う必要が生じたことを前記制御部で見出した場合は、

**【請求項 1】** 項記載の制御を時々刻々に実行可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【請求項 4】 前記**

**【請求項 1】** による前記無線基地局で使用する前記基本アンテナの使用を前記移動無線機の存在する方向のみに限定可能なこと、及び前記

**【請求項 3】** の前記基本アンテナのチルト角制御により無線基地局アンテナの主指向性が平均的に下方に向けられること、等により、

送信に必要な無線電力の低減を可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システ

ム。

**【請求項 5】 前記**

**【請求項 1】** による前記無線基地局で使用する前記基本アンテナの使用を前記移動無線機の存在する方向のみに限定可能なこと、及び前記

**【請求項 3】** の前記基本アンテナのチルト角制御により無線基地局アンテナの主指向性が平均的に下方に向けられること、等により、

10 前記無線基地局の有するサービスエリア外に存在する隣接サービスエリアへの電波の漏洩を減少させ、電波干渉の軽減を可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【請求項 6】 前記**

**【請求項 1】** による前記無線基地局で使用する前記基本アンテナの使用を前記移動無線機の存在する方向のみに限定可能なこと、及び前記

**【請求項 3】** の前記基本アンテナのチルト角制御により無線基地局アンテナの主指向性が平均的に下方に向けられること、等により、

20 システムの有する周波数有効利用度の向上を可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【請求項 7】 前記**

**【請求項 1】** による前記無線基地局で使用する前記基本アンテナの使用を前記移動無線機の存在する方向のみに限定可能なこと、及び前記

**【請求項 3】** の前記基本アンテナのチルト角制御により無線基地局アンテナの主指向性が平均的に下方に向けられること、等により、

30 システム内で繰返し使用する同一無線チャネルの協調距離を減少させ、周波数有効利用度の向上を可能とする移動通信システムにおける無線基地局アンテナ指向特性の制御システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は小ゾーンを用いた移動通信システムの無線基地局アンテナ指向特性の制御に関する。詳しくは複数のゾーンをそれぞれカバーしてサービスエリアを構成する各無線基地局と、無線基地局と交信するため各移動無線機との間の通信を実行するための移動通信制御局とこれと伝送路により結合されている電話網に含まれている電話機とを有するシステムがあり、無線基地局と移動無線機との間で行う無線通信において、無線基地局に具備されているアンテナの指向特性を無線基地局の管理するサービスエリア内の移動無線機の移動にともなって追跡・制御する技術に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来小ゾーンを用いた移動通信システムの無線基地局に具備されているアンテナの指向特性を制御する技術としては、移動無線に特有な多重波伝搬を少

なくする方法が知られている。これは、無線基地局に設けられた指向性アンテナの指向性を移動無線機からの信号にもとづき制御することにより、移動無線機から複数の伝搬経路をへて無線基地局に到達する電波を主伝搬経路のみに限定するものである（参考文献1：特開平3-254228）。また、技術的には上記と同様であるが、無線基地局と移動無線機との交信中はパイロット信号を相互に送受信して無線基地局の第二の指向性アンテナの指向性を移動無線機へ向けるよう調整し、移動無線通信システムの通信装置からの無線信号が送信アンテナから360°全方位に発射され、電界強度が全方位にわたるため生じる不要電波の氾濫、電子機器類への妨害、第三者による通信の傍受等を防止するための方法も知られている（参考文献2：特開平5-206918）。さらに無線基地局アンテナ主指向ビームの地表となす角度を下方に向け（ビームチルト）、隣接サービスエリアへの電波の漏洩を減少させ、電波干渉を軽減する方法も実用されている（参考文献3：昭和59年度電子通信学会総合全国大会No. 2452）。さらに、このビームチルト技術を自サービスエリアにおいて半径方向へ帯状にきめ細かく使用し、周波数の有効利用度の向上を図る提案もされている（参考文献4：電子情報通信学会信学技報A・P92-85）。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般に移動無線システムの通信は、次のように伝送媒体として空間を使用するため多重波伝搬の影響を受ける。例えば、自動車電話の場合、自動車に搭載された移動無線機から無線基地局あて送信されてきた電波が無線基地局のアンテナで受信されるまでには、複数の伝搬経路をへて到達することになる。すなわち、移動無線機が無線基地局アンテナから見通せる場合は少なく、一般には建物等地形・地物の影響を受けこれらで反射・回折等の影響を受け伝搬経路が時々刻々変化する。しかも、この伝搬経路は唯一ではなく、複数存在するのが常である。これは多重波伝搬と言われる現象である。また、移動無線機が無線基地局アンテナから見通せる場合でも反射・回折等の影響を受けた伝搬経路が存在し、これらは上記と同様の多重波伝搬が発生する。これらの電波は伝搬経路が異なるとその有する位相が異なることになる。

【0004】したがって、上記のような多重波伝搬の影響を受けた無線信号が無線基地局に到達し、無線基地局のアンテナで受信され受信機へ導かれた場合、位相の異なる信号が相加されることになるので、総合の信号の強さは時々刻々変化することになる。また、移動無線システムの通信で無線基地局の送信アンテナとして指向性を有せず360°全方位に発射された場合、電界強度は全方位にわたるが、相手の移動無線機は特定の方向にしか存在しないため、無線基地局からの電波は特定の方向に発射された電波しか有効に使用されず、その他の方向の

電波は不要電波となり他の通信に対する妨害となるほか、第三者による通信の傍受等の可能性を増大させていた。さらに無線基地局アンテナ主指向ビームが地表となす角度が適切でないと、隣接する無線ゾーンへの電波漏洩が大きくなり、電波干渉の増大の可能性があった。上記の技術的諸問題に対しての従来の対処策は既にのべた方策が行われて来たが、依然として以下のような技術的問題があった。

【0005】第一の無線基地局に設けられた指向性アンテナの主指向性を移動無線機へ向ける対処策であるが、移動無線機が高速で移動した場合、無線基地局への電波の伝搬経路が急速に変化し、したがって到来方向は急速に変化し、アンテナの主指向性の追尾が不可能となる危険がある。次に、二つの異なる伝搬経路を経て無線基地局に到来した信号の有する電力がほとんど等しい場合、このいずれかにアンテナの主指向性を向ける結果、有効な信号電力が半減すると言う無駄が生じた。さらに無線システムで使用される変調方式によっては、例えば最近有力になってきたCDMAを用いたシステムでは、受信波として、多重波伝搬した複数の信号は有害ではなく、むしろ信号のエネルギーの有効活用のため有用である場合がある。或いは、現用の移動通信システムで使用されている狭帯域時分割多重システムでも、受信後の信号処理により多重波伝搬した複数の信号は必ずしも有害ではないようになってきている。

【0006】第二の無線基地局と移動無線機との交信中にパイロット信号を相互に送受信して無線基地局の通信用指向性アンテナの指向性を移動無線機へ向けるよう調整する技術は、その指向性を駆動モータにより移動させるものである。これは、通信対象が特定している場合には有効であるが、公衆移動無線システムのように1つの無線基地局がその管理するサービスエリア内の多数の移動無線機が存在し、発着呼している複数の移動無線機に対し適用するにはコスト高となり実用困難である。また、無線基地局の通信用指向性アンテナの指向性を移動無線機へ向けると言っても移動無線機と無線基地局との相対位置により変化するアンテナの主ビームのチルト角まで制御することまでは明らかにされていない。

【0007】第三の無線基地局アンテナのビームチルト技術であるが、これは基地局アンテナの垂直面内指向性を俯角方向に電気的にまたは機械的に傾斜させる技術である。傾斜させる方法としては、アンテナ本体を機械的に傾斜させる方法、アンテナは直立させたまま各素子の給電位相を位相器等を用いて調整することにより、ビーム波面を傾斜させる方法等がある。この技術は最近開発されたものであり、適用対象がサービスエリア内の全移動無線機に対し行われる場合、あるいはサービスエリアを半径方向に対し帯状に複数個に分割し、そのエリア内に存在する移動無線機に対し行われる場合であり、特定の移動無線機に対して行うと言う木目の細かな方法は未

開発であった。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は小ゾーンを用いた移動無線システムの無線基地局において、その管理するサービスエリア内の夫々の移動無線機と効率的な交信をするため、下記の構成を有する複合アンテナを設けた。すなわち複合アンテナを構成するアンテナは、その総合特性として360°全方位に発射（もしくは受信）される無指向性や、120°の方位に発射（もしくは受信）される指向性を有するものがあるが、いずれもその構成するアンテナの有する指向性を角度別に複数個に分割可能とし、それぞれシャープな指向性を有する複数個の基本アンテナ（それらはほぼ同一の特性を有する）から構成した。ついで、複合アンテナは、無線基地局に装備され通信を行う送受信無線機やその制御を行う制御装置と制御信号の授受を行うインタフェース部を有するように構成した。この制御装置からの情報によりアンテナのチルト角制御を可能とした。また、上記の複合アンテナの動作を適用するシステムに応じて動作させるため、時分割多重システムの場合には時分割的動作、アナログシステムの場合には周波数分割的動作を行わせる事にした。さらに無線基地局とインタフェースを有する移動通信制御局、これと伝送路により結合されている電話網（40）に含まれている電話機とで移動通信網を構成した。

#### 【0009】

【作用】無線基地局に具備された本発明による複合アンテナは2種類の作用（機能）を有する。すなわち、上述に説明したようなアンテナの時分割的使用（時分割多重システムの場合）により、次の作用（機能）を有することになる。まず、所管するサービスエリアの任意の場所に存在する移動無線機に対し、制御信号を常時送受信可能であると共に移動無線機の現在位置を確認・追跡可能となった。それはアンテナを構成する全ての基本アンテナを使用することにより全サービスエリアをカバーするのに必要な360度無指向アンテナや120度内指向性を有するアンテナを構成可能であり、かつ移動無線機から送られてきた信号を基本アンテナ単位で識別可能なため、無線基地局からみた移動無線機の方角（無線基地局からみた位置、正確には電波の到来角）を認識する事ができることになる。この移動無線機の位置情報を制御部へ送信し処理することより、次の作用（機能）に活用することが可能となる。すなわち、移動無線機と基地局との通信（通話）に際して、上述の移動無線機の位置情報を用いて、交信に必要とする部分アンテナのみを使用し、他の部分アンテナの使用による不必要な電波の放射を防止する作用である。また、この制御装置からの情報によりアンテナのチルト角制御を可能とした。

【0010】上記をさらに詳しく説明すると以下のようになる。無線基地局に設けられた複合アンテナは同一特

性を有する複数個の狭ビーム指向性を有する基本アンテナから構成され、各基本アンテナは同一の水平面内指向性を有しており、これらを総合することで360度無指向アンテナや120度内指向性を有するアンテナを構成可能となっている。また、基本アンテナはチルト角制御が可能となるよう構成され、それぞれ無線基地局内の各無線機へ接続されている。そして、時分割的使用（時分割多重システムの場合）によりこれらの無線機はその管理するサービスエリア内に存在する各移動無線機に対し、制御信号を常時送受信可能である。

【0011】また、無線基地局の制御部は移動無線機に対し、無線基地局に具備されている検索用無線機、あるいは通信用無線機からの無線制御信号をアンテナから送信するのに、その基本アンテナのすべて、或いは1部を使用して送信可能なように制御可能であり、逆に移動無線機から送信されてきた制御信号の受信は基本アンテナのすべて、もしくは一部を使用して受信出来、かつその受信信号レベルを常時比較可能なように構成されている。その結果、制御部では複数の基本アンテナのそれぞれで受信した制御信号レベルが他に比べて高かった1つまたは複数の基本アンテナの示す方向をその移動無線機の存在する方向と定め、これら以外の基本アンテナは通信に使用しないように除外する。また使用すべきと決定した1つまたは複数の基本アンテナについてはそれぞれチルト角制御量を決定し、指示する。複合アンテナでは、この指示を受けて複合アンテナで使用すべき1つまたは複数の基本アンテナを選択し、選択した基本アンテナに適応すべき各チルト角制御を実行し、移動無線機と通信を行うことになる。さらに、移動無線機のサービスエリア内移動にともない、無線基地局で使用に適する基本アンテナは時々刻々変化することが予想されるが、これに対しては移動無線機からの制御信号を常時受信している前記複合アンテナの制御チャンネルにより、移動無線機の現在位置が推定可能で、この情報を複合アンテナへ教示し、複合アンテナではこれを活用するため常に移動無線機との交信が良好に実施可能となる。

【0012】さらに、無線基地局と移動無線機との通話移行後においても、制御部では移動無線機の移動にともない使用すべき基本アンテナの変更の要否、選択した基本アンテナに対するチルト角制御情報とを複合アンテナへ指示を続け、複合アンテナではこの指示に従うため移動無線機と無線基地局に具備されている通信用無線機との交信は常に良好に保たれる。以上述べたような理由により、本発明を適用したシステムは移動無線機と無線基地局との交信が良好となるが、交信が良好となる理由は他にも存在する。以下これらを説明する。まず、妨害電波を受ける確率の減少である。それは、移動無線機から送信された無線信号は複数の伝搬経路をへて無線基地局へ到達するが、そのうち到来角度の異なる無線信号の内、電力の大きな信号は複数個に限られる結果、上記の

ような複合アンテナの使用する基本アンテナ数は通常2～3となるからである。従って、無線基地局では他の方向から入来する妨害電波を遮断することが可能となる。

【0013】また、移動無線機からの信号は無線基地局内の複合アンテナの各基本アンテナのいずれか（複数を含む）で常時受信可能なように設定されている。なぜならば、複合アンテナの基本アンテナの全てをもって無線基地局の管理するサービスエリア内の全エリアをカバーするように設定されているからである。従って、制御部の制御により、各基本アンテナの受信信号の選択は瞬時に変更可能である。上記の状態は移動無線システムのように移動無線機が高速で移動した場合における通信の連続に極めて効果的である。すなわち、前述の移動無線機が高速で移動した場合、電波の到来方向が急速に変化し、アンテナの主指向性の追尾が不可能となる危険性を大きく減少させることが出来る。

【0014】第三に無線基地局内の複合アンテナの各基本アンテナの主指向ビームの地表となす角度（チルト角）の制御をサービスエリア内の各移動無線機に対し夫々下方へ向けて行うことにより、通信に要する無線信号電力は従来よりも小電力で交信が良好に実行可能となった。また、自己のサービスエリア以外へ漏洩する無線信号が減少し、他通話者に対する電波干渉が減少させることが可能となった。第四に構成するアンテナを機械的に可動させる基本を除去したから制御が簡単容易となった。なお、上記の説明は移動無線システムが時分割多重システムの場合であったが、本発明はアナログシステムの場合も同様に適用可能である。アナログシステムの場合は時分割多重システムのように多重化されていないから、周波数分割法で本発明を適用すればよい。すなわち、アナログシステムの場合制御用の無線チャンネルと通話用の無線チャンネルとは別の周波数を使用されているから、上記の制御信号と通話信号の時間分割使用を周波数分割使用に変更すればよいことになる。

#### 【0015】

【実施例】以下本発明を時分割デジタル多重移動通信システムに適用した実施例を用いて説明する。アナログシステムについては簡略化した形で適応が可能である。図1はシステム構成を示す。図1において左方に多数の移動無線機100-1 100-2、・・・及び移動無線機100-p（以下特に混乱を生じない場合は移動無線機100で代表させる）が存在し、その右隣に破線で囲まれた無線基地局1が描かれている。移動無線機100と無線基地局1とは無線により結合されている。無線基地局1もシステム内には数多く存在する（図11参照）が、特に必要がないので1局だけ描き、あとは省略している。無線基地局1の右隣に移動通信制御局30、さらにその右隣に電話網40があり、これら3者間は通常有線で結合されている。

【0016】以下、図1を示すシステム構成の各部を説

明する。まず無線基地局1に関し説明する。無線基地局1は移動無線機100との信号の授受、および移動通信制御局30との信号の授受を効率的に行うことであり、以下詳細に説明する。第一に移動無線機100と信号の送受信を行う複合アンテナ10について説明する。複合アンテナ10は多数のアンテナで構成されている。これらのアンテナは同一の特性を有するので、以下基本アンテナ $A_1$ 、 $A_2$ 、・・・、 $A_N$ （以下特に混乱を生じない場合は基本アンテナAで代表させる）と称することにする。基本アンテナAは夫々シャープな指向特性（送受信される電波は垂直の偏波面）を有する。これらの具体的構成を図2に示す。図2は複合アンテナ10の平面図で、 $N=12$ の場合である。同図は無線基地局のサービスエリアがオムニゾーン（無線基地局を中心に円形）の場合に使用される。図2では12個の基本アンテナAとしてそれぞれ、コーナアンテナ群を用いて作成された場合で、コーナアンテナ群を各6個ずつ（図では見えないが）、上下2段構成となっている。したがって、コーナアンテナの数は全体で $6 \times 12 = 72$ 個となる。実際の使用に際しては上下2段のアンテナを垂直に設置することになるが、同図の場合、これを1段ずつ切り離した場合を示している。また、使用する電波の偏波面は垂直偏波であり、電界は紙面に垂直でアンテナの主ビーム方向はビームチルトのない場合は紙面と並行となる。

【0017】図2（a）または（b）で60度の角度をなす6本の太線はコーナアンテナの金属反射板を示す。また、○印は励振素子を、コーナアンテナの中央で大きく外部へ広がり、金属反射板付近で内部へ収束（金属反射板で利得は0となる）している点線は各コーナアンテナ群の指向特性を示す。コーナアンテナ群を構成するコーナアンテナの数は4～8個等が使用される。そして各コーナアンテナはチルト角制御回路11と結ばれている。実際に図2（a）と図2（b）に示すコーナアンテナ群の上下2段の垂直設置に際しては、上段と下段のコーナアンテナ構成の相対位置を30度ずらせて設置させているため、これら房状のコーナアンテナの指向特性は、上下2段の総合アンテナとして見たとき、各コーナアンテナのヌル点（利得0の点）は除去され、良好なオムニ特性が得られることになる。なお、無線基地局のサービスエリアがオムニゾーンではなく、扇形ゾーン（無線基地局を中心にした円を部分的に切り取った形のゾーン、セクターと呼ばれる）の場合には図2のコーナアンテナの一部、例えば4個が使用される。以上の説明は複合アンテナ10の機能として移動無線機100からの信号を受信する場合であったが、逆に後述の検索性無線機13や通信用無線機15から移動無線機100あての信号を送出する機能を有していることは当然である。

【0018】次に複合アンテナ10とチルト角制御回路11との結合について図3により説明する。本発明におけるチルト角制御回路11の機能は、複合アンテナ10

の有する垂直面内指向特性に関し、その主ビーム（実際には各基本アンテナの有する主ビーム）の方向を通信する移動無線機へ向けることである。これは主ビームの方向の地表とのなす角度を所要の角度に制御することであり、この角度の制御は通常は地表へ傾けられる。したがって無線信号をチルト角制御されたアンテナへ印加することは通常の制御されていないアンテナへの印加の場合に比較して無線基地局のサービスエリア外へ漏洩する電力が減少し、他の通信への干渉妨害の防止に極めて有効である。また、無効な電力を削減できるから省電力化が可能となる。逆に、移動無線機より送信されてきた無線信号の受信に際しても、主ビームの方向が移動無線機へ向けられているため、他の方向から来る妨害電波の受信を減少させる効果が得られ、これまた他の通信からの干渉妨害の防止に極めて有効で受信品質の向上に効果的である。

【0019】さて、図3の上方の破線に囲まれた中に複合アンテナ10、下方の破線に囲まれた中にチルト角制御回路11が描かれている。複合アンテナ10は、右方から順に基本アンテナ $A_1$ 、 $A_2$ 、 $\dots$ 、 $A_N$ から構成されていることを示している。各基本アンテナはさらに複数のコーナアンテナ群から形成されており、図の場合各々 $W$ 個のコーナアンテナ群から形成されている。例えば、基本アンテナ $A_1$ はコーナアンテナ群 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $\dots$ 、 $a_{w1}$ から形成されている。また、チルト角制御回路11も破線で囲まれているが、チルト角制御回路11とアンテナとの結合はコーナアンテナ単位に細分化されているのに対し、無線機側の結合は検索用無線機13の場合は基本アンテナ単位に、また、通信用無線機の場合は複数の基本アンテナが1個の通信用無線機15と結合されることになる。そして前者のアンテナとの結合は常時成されているのに対し、後者の無線機との結合は後述するように、ある時間には検索用無線機13と、他の時間には通信用無線機15と言うように時分割して結合される。

【0020】以下検索用無線機13と結合されている場合を説明する。図3はこのような場合で、チルト角制御回路11が右下方から順に検索用無線機13の検索用送受信部13-1、13-2、 $\dots$ 、13-Nと接続されている。そして、チルト角制御回路11において、例えば検索用送受信部13-1と接続されている回路はチルト角制御回路11内でそれぞれ $W$ 個に分割され、可変位相器 $\phi_{11}$ 、 $\phi_{12}$ 、 $\dots$ 、 $\phi_{w1}$ （以下可変位相器 $\phi$ と略称する場合がある）と接続されている。そして、右方から入力される制御部14よりの制御信号により可変位相器 $\phi_{11}$ 、 $\phi_{12}$ 、 $\dots$ 、 $\phi_{w1}$ を通過する信号のそれぞれの給電位相が制御され、各コーナアンテナ群 $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $\dots$ 、 $a_{w1}$ のそれぞれのアンテナ特性が変化する。その結果分割アンテナ $A_1$ としてのチルト角の制御が可能となる。上記と同様な事が他のコーナ

アンテナ群 $a_{21}$ 、 $a_{22}$ 、 $\dots$ 、 $a_{2w}$ 等においても行われるので、各基本アンテナ $A_1$ 、 $A_2$ 、 $\dots$ 、 $A_N$ におけるチルト角が互いに他と独立して所望の値に制御されることになる。通信用無線機がチルト角制御回路11と結合されている場合も、上記と同様に複合アンテナのチルト角の制御が可能となる。なお、上記の説明は複合アンテナを送信アンテナとしてチルト角制御を行う場合であったが、逆に複合アンテナを受信アンテナとしてチルト角制御を行う場合も同様であり、信号の流れの説明を逆にすればよい。

【0021】次にチルト角制御回路11とスイッチ回路12との接続方法について図4により説明する。スイッチ回路12は図4に示す太い破線でかこまれた部分であり、制御・通話信号切替スイッチ部SWと左方にあるスイッチマトリックス部Sとから構成される。以下、チルト角制御回路11からスイッチ回路12への入力信号の場合を説明する。図4の上方からのチルト角制御回路11の出力は、まず制御・通話信号切替スイッチ部SWに入力される。制御・通話信号切替スイッチ部SWは切替スイッチ $SW_1$ 、 $SW_2$ 、 $SW_3$ 、 $\dots$ 、 $SW_N$ から構成されている。制御・通話信号切替スイッチ部SW（以下切替スイッチ）の機能は名前のごとく、移動無線機100からの信号を制御信号と通話信号とに切り分けるものである。これらの信号は時分割的に送信されて来ており、それぞれ制御・通話タイムスロットに収容されている。

【0022】一方制御部14ではすでに移動無線機100から送られてきた制御あるいは通信信号から、タイミング信号を検知しており、制御・通話タイムスロットは分離可能な状態になっている。タイミング信号の検知法には種々の方法があるが、たとえば無線基地局1の動作開始時にスイッチ回路12の制御・通話信号切替部SWの状態を端子2をオンの状態に固定しておき、移動無線機100からの制御信号を受信可能な状態にしておく方法でタイミングを把握し、以後は自無線基地局内に具備されている正確なクロック発生器でタイミングを維持させる。あるいは、移動通信制御局30からタイミング情報を送信してもらう等の方法がある。さて、上記のように制御部14では制御・通話タイムスロットは分離可能な状態になっているから、複合アンテナの各基本アンテナ $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $\dots$ 、 $A_N$ で各々独立に受信された制御信号は、それぞれ切替スイッチ部SWの $SW_1$ 、 $SW_2$ 、 $SW_3$ 、 $\dots$ 、 $SW_N$ の各端子2へ、通話信号の場合はそれぞれ端子1へ、それぞれタイムスロット毎に接続可能となる。ただし、切替スイッチ $SW_1$ 、 $SW_2$ 、 $SW_3$ 、 $\dots$ 、 $SW_N$ の動作は制御部14からの制御信号により、すべての切替スイッチが端子1、もしくは端子2へ同時に切り換えられるように構成されている。

【0023】まず移動無線機100からの信号が制御信



号の場合をさらに説明する。この場合は各基本アンテナからの出力は切替スイッチの各端子2へ接続され、図2下右に示した検索用無線機13の検索用送受信部13-1、13-2、・・・13-Nへ送られる。次に移動無線機100からの信号が通話信号の場合を説明する。この場合は各基本アンテナからの出力は切替スイッチの各端子1へ接続され、図2下左に示したスイッチマトリックス部Sへ送られる。スイッチマトリックス部SにはM<sup>2</sup>個のスイッチS<sub>11</sub>、S<sub>21</sub>、・・・、S<sub>M1</sub>・・・、S<sub>1M</sub>、S<sub>2M</sub>、・・・、S<sub>MM</sub>が具備されており、N個の基本アンテナからのあらゆる組合わせ出力は制御部14からの制御信号によるスイッチのオン・オフ動作により、通信用無線機11に具備されているM個の通信用無線機15-1、13-2、・・・13-Mのどの通信用無線機へも接続が可能のように構成されている。図4のスイッチマトリックス部Sで入出力線の各交点にそれぞれスイッチが設置されており、白い三角形はオフ、黒い三角形はオンの状態を示す。図4の状態はスイッチS<sub>11</sub>、S<sub>21</sub>およびS<sub>31</sub>がオンの状態であるから、基本アンテナA1、A2およびA3からの受信信号が通信用無線機13-1へ入力されることを示している。以上の説明はスイッチ回路12の機能としてチルト角制御回路11からの信号を受信する場合であったが、逆に後述の検索用無線機13や通信用無線機15から移動無線機100あての信号を送出する機能をも有していることは当然である。

【0024】次に検索用無線機13と制御部14の機能を図5により説明する。移動無線機100から送信された制御信号はN個の検索用送受信部13-1、13-2、・・・13-Nへ入力される。ここでは受信信号レベルや受信品質を検出し、それぞれ制御部14へ送信する。これらのN個の信号を受信した制御部14では制御信号レベルや品質を比較する。その結果、例えば一定の受信品質を送信してきた検索用送受信部を13-1、13-2、13-3、13-4とすると、これらの信号を受信した基本アンテナのビームチルト角を前述したような方法により変化させ、移動無線機100からの無線信号を一層良好に受信出来るように調整させる。そして、再び移動無線機100からの制御信号の受信結果を検索用無線機13から連絡させる。その結果、検索用無線機13からの受信信号を得た制御部14ではその品質を再度比較し、例えば上位3位以上の高い受信レベルを得た基本アンテナがA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>とすると、移動無線機100の現在位置を基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>の有する主ビームの方向と判断する。ただしこの判断は移動無線機100の現実的な位置が基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>の有する主ビーム方向にあるというのではなく、移動無線機100と無線基地局1との間にある建物や地形・地物の影響による電波の反射や回折のため電波伝搬経路が無線基地局1から移動無線機100

を直視した場合の経路と異なる経路が存在すると言うことであり、無線基地局1で受信した場合、基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>での受信が他の基本アンテナに比べて高いという意味である。

【0025】上記は移動無線機100の現在位置から無線基地局1への電波到来方向の厳密な説明であるが、以下では単に「移動無線機100の現在位置は基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>の方向、或いはさらに簡単に「A<sub>1</sub>が最も良好に受信した場合はA<sub>1</sub>の方向」として移動無線機100と無線基地局1との位置関係を説明する。以上の結果、基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>を移動無線機100と交信に使用するアンテナと決定し、この情報を基地局変復調装置25へ送信する。この情報を受信した基地局変復調装置25では各通信用無線機の使用状況を調査し、移動無線機100と対向して通信させる通信用無線機として例えば通信用無線機15-1と決定し、移動通信制御局30へ発呼信号を送信すると共に制御部14へ連絡する。制御部14ではスイッチ回路12のマトリックススイッチSのスイッチや制御・通話信号切替部SWを動作させ、通信用無線機15-1の信号が基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>へ送信可能で、かつチルト角制御がなされている状態になるよう制御信号をスイッチ回路12、チルト角制御回路11へ送信する。この結果、無線基地局1からの信号は移動無線機100へ送信される。また、移動無線機100からの信号も上記の制御部14の動作で通信用無線機15-1へ伝送されることが可能となる。さらに移動通信制御局30や電話網40等の動作により、無線基地局1、移動通信制御局30や電話網40等を介して移動無線機100と電話網40内の電話機との通信が可能となる。

【0026】移動通信システムでは移動無線機或いは携帯無線機の位置は通信中においても当然移動する。したがって、移動無線機と無線基地局との相対位置は変化し、これにつれて移動無線機から無線基地局へ到達する電波伝搬経路も変化することになる。そこで本発明においては、移動無線機100の移動に関係なく制御信号のタイムスロットにおいては複合アンテナの全ての基本アンテナを用いて、移動無線機からの制御信号を常時受信し、上記で説明した方法により常に移動無線機からの送受信が良好に行えるように検索を継続する。

【0027】つぎに基地局変復調装置25に関し図6により説明する。図6の右方には制御部14や、通信用無線機15とインタフェースを有する無線系信号送受信部78があり、信号の授受を行う。前者の制御部14とは制御信号の授受を行い、これと協力して移動無線機100の現在位置の方角の情報を得て、使用すべき通信用無線機15の決定等を行う。また、後者の通信用無線機15とは制御・通信用信号の授受を行い、移動通信制御局30と協力して通信が終了するまで良好な通信を可能とするための一連の信号処理動作を行う。まず、無線基地局



1の各回路動作は図6に示されている、クロック発生器71から発生されたクロック信号を受けたタイミング発生回路70からのタイミング信号により時間的なずれを生じない様に調整を受ける。なお、システム内に多数の無線基地局が存在する場合のタイミングの決定は移動通信制御局30に内蔵された(図示せず)タイミング発生回路で行われるが、本発明の動作説明に関係しないのでここでは省略する。

【0028】さて、無線系信号送受信部78で受信した信号は上記のタイミング発生回路70からのタイミング信号によりタイミングが調整されて動作する復合化回路63で復調される。さらに、デコーダ61でデコードされた後、有線系信号送受信部60へ送られる。有線系信号送受信部60は移動通信制御局30とインタフェースを有しており、上記のデコードされた信号は移動通信制御局30へ送られる。一方有線系信号送受信部60へ入来した移動通信制御局30からの信号はコード62へ入力されコード化される。その後、符号化回路64で変調されるが、これらの動作はタイミング発生回路70からのタイミング信号により動作を調整される。その後、無線系信号送受信部78へ送られ、さらに通信用無線機15へ送られる。一方移動無線機100宛に送るため、移動通信制御局30から有線系信号送受信部60へ入来した通話信号(一部制御信号を含む)はコード62へ入力されコード化される。その後、符号化回路64で変調されるが、これらの動作はタイミング発生回路70からのタイミング信号により動作を調整される。その後、無線系信号送受信部78へ送られ、さらに通信用無線機15へ送られる。なお、通信用無線機15は対向して移動無線機100と通信するのに必要な機能が具備されているが、移動無線機100と公知の同様の公知デジタル移動通信システムで使用されているのと同様であり、詳細な説明は省略する。さらに移動通信制御局30や電話網40についても公知であるので詳細な説明は省略する。ただ、これらの機器の本発明において重要となるシステムうちの信号の伝送手順については別に説明する。

【0029】以下本発明によるシステム動作を図7、図8及び図9により説明する。同図は移動無線機100からの発呼動作の流れ図を示している。まず、図7に示す様にシステム内に具備されている移動無線機100、制御部14、基地局変復調装置25、通信用無線機15-1、移動通信制御局30を含む図1のすべての機器群が動作開始中とする。移動無線機100では発呼用の制御チャンネルの自移動無線機100に与えられたタイムスロットを用いて発呼用制御信号を無線基地局1あて送信する(ステップS101)。この信号は無線基地局1の複合アンテナ10で受信されるが、実際には、受信信号は移動無線機の所在する方向別に基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、・・・、A<sub>N</sub>で分割受信される。これら分割受信信号は夫々、検索用無線機13の検索用送受信部11-

1、11-2、・・・、11-Nへ伝えられる(ステップS102)。各検索用送受信部では受信信号の内容、及び受信レベルを調査し制御部14へ送信する。制御部14ではこれらの信号を分析し、信号レベルが基本アンテナA<sub>1</sub>からの信号が最も高く、ついでアンテナA<sub>2</sub>とA<sub>3</sub>、さらにアンテナA<sub>4</sub>である場合、一応この4個の基本アンテナの主ビーム方向に発呼してきた移動無線機100が存在するものとし、基本アンテナA<sub>1</sub>~A<sub>4</sub>のビームチルト角を夫々変化させ、移動無線機100からの無線信号を一層良好に受信出来るように調整する(ステップS103)。

【0030】以上の調整の結果でも、信号レベルが基本アンテナA<sub>1</sub>からの信号が最も高く、ついでアンテナA<sub>2</sub>、さらにアンテナA<sub>3</sub>であることが判明した場合は、移動無線機100はこれら3つのアンテナの主ビーム方向に存在するものと見なし、基地局変復調装置25へ連絡する(ステップS104)。基地局変復調装置25ではこの信号を受信し、自無線基地局内で使用可能な通信用無線機15を調べたところ、通信用無線機15-1があいている(新しく通信可能)状態であることを認識する(正確には移動通信制御局30で使用するべき無線チャンネルの決定を行う事になるが、本発明の動作説明に影響しないのでここでは基地局変復調装置25で代表させる)ので、15-1を使用することにし、制御部14へ連絡する(ステップS105)。この信号を受信した制御部14ではスイッチ回路12に対し、複合アンテナ10の各基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>と通信用無線機15-1との結線をオンにして、通信用無線機15-1の出力が基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>へ導かれる様に接続する(ステップS106)。

【0031】以上の動作により通信用無線機15-1は移動無線機100よりの発呼用制御信号を受信し、移動無線機100あて応答信号を送信する(ステップS107)。この信号は移動無線機100により受信され、ダイヤル信号が送信される(ステップS108)。このダイヤル信号は通信用無線機15-1により受信され、基地局変復調装置25へ転送される(ステップS109)。基地局変復調装置25ではこの信号を受信し(ステップS110)、移動通信制御局30へダイヤル信号を転送する(ステップS111)。移動通信制御局30ではこの信号を受信して、電話網40へダイヤル信号を転送し、網内の着呼先電話機へ呼出し信号を送信すると共に、呼出し信号を基地局変復調装置25へ送信する(ステップS112、以下図8)。基地局変復調装置25ではこれを通信用無線機15-1へ転送し(ステップS113)、通信用無線機15-1ではこれを移動無線機100あて応答信号を送信する(ステップS114)。移動無線機100ではこの信号を受けると呼出し音が鳴動するので、受話器をハングアップする(ステップS115)。移動無線機100と着呼先電話機との双

方共受話器をハングアップすると通話が開始される（ステップS116）。

【0032】さて、移動無線機100と着呼先電話機とが通話継続中であり、基地局変復調装置25と通信用無線機15-1とは双方の信号の中継動作中であるときも、検索用無線機13の各検索用送受信部11-1、11-2、・・・、11-Nはそれぞれ、基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>から得られる移動無線機100の信号レベルを測定中であり、これらの測定された信号レベルは制御部14へ送信される（ステップS117）。その結果、信号レベルの順位に変更がなければ従来の状態が継続されるが、順位に変更が発生した場合、例えば基本アンテナA<sub>1</sub>からの信号が最も高く、ついでアンテナA<sub>2</sub>、には変化はないがアンテナA<sub>3</sub>よりもA<sub>4</sub>からの受信レベルが高い事が判明した場合は、ただちにその旨基地局変復調装置25へ連絡する（ステップS118）と共に、基地局変復調装置25と協力して、複合アンテナ10の内使用すべき各基本アンテナをA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>4</sub>に変更すべくスイッチ回路12に対し制御信号を送信する。この結果、複合アンテナ10の各基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>4</sub>と通信用無線機15-1とが接続される（ステップS119、以下図9）。なお、この場合も前述のビームチルト角制御は当然実行される。上記と同様の監視は移動無線機100と無線基地局1とが通信を終了するまで継続することになる。

【0033】終話は移動無線機100が受話器をハングオンする事により行われる。この時移動無線機100から終話信号が送信される（ステップS120）。この信号は無線機15-1により受信され、基地局変復調装置25へ送られる（ステップS121）。基地局変復調装置25ではこれを移動通信制御局30へ転送し（ステップS122）、移動通信制御局30では信号を受信するが（ステップS123）、さらに電話網40へ再転送し、網内の着呼先電話機を収容している交換機の着呼先電話機との結線を開放する。以上で移動無線機100よりの発呼動作は終了する。

【0034】次に移動無線機100着呼の場合を説明する。電話網40に収容されている電話機からの発呼信号は移動通信制御局30へ送られ、移動通信制御局30で相手先の移動無線機100の現在位置を確認し、通信させる無線基地局1を特定し、さらに、使用可能な無線チャネル番号、タイムスロットの情報を含め、無線基地局1の基地局変復調装置25へ発呼制御信号を送信する。この信号を受信した基地局変復調装置25では制御部14へ連絡する。この連絡を受けた制御部14では、検索用無線機13にふくまれているすべての検索用送受信部13-1、13-2、・・・13-Nを動作させて、これらの出力を各基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、・・・及びA<sub>n</sub>へ導き、スイッチ回路12、チルト角制御回路11を介して移動無線機100あて着呼制御信号を送出する。

この際はチルト角制御回路は特に動作させず標準状態に固定させておく。この着呼制御信号を受信した移動無線機100では自移動無線機100に与えられたタイムスロットを用いて、着呼応答用の制御信号を送信する。この着呼応答制御信号は無線基地局1の複合アンテナ10で受信される。これらの受信信号は前述の様に移動無線機100の所在する方向別に基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、・・・、A<sub>n</sub>で分割受信され、スイッチ回路12を介して夫々、検索用無線機13の検索用送受信部11-1、検索用送受信部11-2、・・・、11-Nへ伝えられる。各検索用送受信部では受信信号の内容、及び受信レベルを調査し制御部14へ送信する。制御部14ではこれらの信号を分析し、信号レベルが基本アンテナA<sub>1</sub>からの信号が最も高く、ついでアンテナA<sub>2</sub>とA<sub>3</sub>、さらにアンテナA<sub>4</sub>である場合、一応この4個の基本アンテナの主ビーム方向に着発応答してきた移動無線機100が存在するものとし、基本アンテナA<sub>1</sub>～A<sub>4</sub>のビームチルト角を夫々変化させ、移動無線機100からの無線信号を一層良好に受信出来るように調整する。

【0035】以上の調整の結果でも、信号レベルが基本アンテナA<sub>1</sub>からの信号が最も高く、ついでアンテナA<sub>2</sub>、さらにアンテナA<sub>3</sub>であることが判明した場合は、移動無線機100はアンテナA<sub>1</sub>の主ビーム方向に存在するものと見なし以下の動作に移行する。制御部14では基地局変復調装置25からの連絡により、通信用無線機13-2があいている（新しく通信可能）状態であることを認識するので、スイッチ回路12に対し、複合アンテナ10の各基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>と通信用無線機13-2との結線をオンにして、通信用無線機13-2の出力が基本アンテナA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、及びA<sub>3</sub>へ導かれる様にする。それ以後の動作は移動無線機100からの発呼の場合のステップS107（図7参照）同様に継続され、移動無線機100と無線基地局との通信が終了すると共に動作が停止される。なお、上記のシステム例では複合アンテナ10の内、使用する基本アンテナ数を3個とした場合であったが、3以外の数、例えば2でも4でも可能であることは当然である。

【0036】上記のシステム動作は1つの無線搬送波に1つの通話（電話）信号しかのせられていない場合（SCPCシステム）、或いは1つの無線搬送波に多数の通話（電話）信号が時分割多重にのせられている場合（TDMAシステム）のいずれの場合でも動作可能であるが、以下後者の場合についてさらに具体的に本発明の動作を説明する。

【0037】システム例として1つの無線搬送波に4個の通話信号が時分割多重可能な場合をとる。図10はPDCシステム（デジタルセルラーシステム）の無線チャネル（チャネル番号1）内の信号フレーム構成の1例を示す。図10の1フレーム（20ms）には通信に使用する4個のタイムスロット（S<sub>1</sub>～S<sub>4</sub>）と制御信号に

使用する1個のタイムスロット ( $C_1$ ) を含んでおり、現在通話タイムスロット番号1~3の各スロット ( $S_1 \sim S_3$ ) はすでに説明した発呼、もしくは着呼動作が完了し、移動無線機100-1~100-3と電話網40内の電話機とそれぞれ通話状態にあるとする。

【0038】図11は本発明を適用したシステムの動作を説明するための図で中央の○印が無線基地局1を示し、正六角形が各無線基地局の占めるサービスエリアを示す。無線基地局1から外部へ向けて描かれている長い楕円は無線チャンネル1の電波を用いて、通信用アンテナ20の一部から放射される電波の主ビームを表しており、この内3つのビームが3台の自動車に向けられその中に搭載されている移動無線機100-1、100-2及び100-3と交信中であることを示している。他の2つのビームは別の番号の無線チャンネルを用いて他の移動無線機100と交信中であるが、移動無線機100は図では省略されている。また、同図では無線基地局1を取り巻く他の無線基地局がそれぞれ、移動無線機と交信している様子も描かれている。この時、無線基地局1のサービスエリア内に存在する移動無線機100-4から新たに発呼制御信号が無線チャンネル1の制御信号用タイムスロットを使用して無線基地局1へ送られて来たとする。無線基地局1では、この信号を移動通信制御局30へ転送し、無線チャンネルの使用法について指示を仰いだところ、空いている無線チャンネル1の通話タイムスロット番号4 ( $S_4$ ) を指示されたとする。そこで、これを使用してこの発呼を受け付けたとする。

【0039】本発明における上記の動作を以下説明する。まず移動無線機100-4からの発呼制御信号の送信は無線チャンネル1の制御信号用タイムスロット

( $C_1$ ) を使用して行われるが、この制御信号用タイムスロットが他の通信に使用されている時には送信されないから、他の通信と干渉を引き起こす事はない。移動無線機100-4からの発呼制御信号の受信は複合アンテナ10で受信され、検索用無線機13へ送られるが、これらのタイミングはすべて図10の制御信号用タイムスロット内でのみ行われ、他の時間には全く行われなから、これまた、他の通信と干渉を引き起こす事はない。以下、複合アンテナ10に対する送受信電波ビームの検索・追尾は各タイムスロット  $S_4$  及び  $C_1$  ごとに行われ、また、スイッチ回路12、基地局変復調装置25、通信用無線機15、移動通信制御局30等の各動作もタイムスロット  $S_4$  及び  $C_1$  に同期して実行されるから他の通信と干渉を引き起こす事はない。

【0040】一方現在通信中の移動無線機100-1~100-3と無線基地局1との通信にかかわる諸動作はすべて無線チャンネル1の各タイムスロット ( $S_1 \sim S_3$ )、と空きを確認して行われる制御信号用のタイムスロット ( $C_1$ ) を使用して実行されるから、これまた、移動無線機100-4と無線基地局1との通信にか

かわる諸動作に影響を与える事は全くない。また、無線基地局1の他の無線チャンネル(番号1以外の2、3、・・・等)を用いて他の移動無線機100-5、100-6、・・・等と通信中のものには、使用する周波数が異なるから無線干渉を起こす事はない。なお、SCPCシステムの場合は上記の無線チャンネル1の各タイムスロット ( $S_1 \sim C_1$ ) を夫々別の無線チャンネルに乗せられた信号と考えれば良い。

【0041】次に本発明による無線基地局1の有するアンテナの主ビームの方向と移動無線機100の移動速度との関係を説明する。すなわち、上記のような移動無線機100の位置検索や発呼動作中においても移動無線機100は移動しているから、無線基地局1を中心にして半径方向にどの程度移動するのか、もしも半径方向に関する移動が大きいとアンテナの主ビームの方向と異なる方向へ移動するのではないかと言う問題に対し説明する。移動無線機100を搭載した自動車が無線基地局1から500メートルの円周と接する高速道路上を時速96kmで移動中とする。発呼動作に必要な制御信号の所要送受信を1秒とすると、1秒間に自動車の移動した距離は

$$96 \text{ km} \times (10 / 3600) = 36 \text{ m}.$$

となる。一方、無線基地局1から自動車の移動した36mを見た角度は

$$(36 / 500) \times (360 / 2\pi) = 4.13 \text{ (度)}.$$

一方、すでに図2で説明したように、本発明で適用する指向性アンテナは主ビーム幅が30度以上あるから、主ビームの方向から完全に外れてしまう心配はない。さらに、本発明を適用するシステムでは複数の基本アンテナを使用する上、時分割多重システムの信号1フレーム(例えば20ms)もしくは数フレームごとに絶えず各基本アンテナで受信する信号レベルを測定しているから、この点からも上記の心配は全くない。

【0042】さらに、本発明では信号1フレームに含まれる制御信号のタイムスロットのレベルを検索用送受信機11-1等で測定し、この結果を通話信号のタイムスロットのレベルでも同一の状態と仮定しているが、信号1フレームの時間が、例えば20msのように移動無線機100の移動速度に比較して極めて短いからこの仮定も何等の問題がない。以上により、本発明によるシステム動作はSCPC、或いはTDMAいずれでも良好に動作する事が明らかになった。

【0043】最後に本発明の適用により移動通信システム内で場所を違えて繰返し使用する同一無線チャンネルの協調距離を減少させることにより、周波数有効利用度の向上が可能であることを説明する。それはすでに説明したように無線基地局で移動無線機向けに使用する電波が従来システムと異なり、移動無線機の存在する方向のみ

アンテナを使用するときはその主指向性が下方に向けられ、その下方に向けられる角度が従来以上に大きいこと、無線基地局から移動無線機あてに送信される無線信号の有する電力が従来システムに比較して遅減されていること、等により、同一無線チャネルを使用する距離（協調距離）を減少させても干渉の発生確率が増加しないためである。その結果、同一無線チャネルの使用頻度を増加させた分だけ周波数の有効利用度が増大する。

#### 【0044】

【発明の効果】本発明を適用した移動通信システムでは、次のような効果を実現させることが可能となった。まず、無線基地局で移動無線機と通信を行うために使用電波が有効に使用可能となった点である。無線基地局の有するアンテナシステムの内、移動無線機の存在する方向から有効に飛来する信号を受信可能なアンテナ（基本アンテナ）のみに使用を限定することが出来、他の方向から入来する妨害電波を遮断することが可能となるので、移動無線機からの送信電力は従来必要としていた値よりも少ない電力でも同一品質を維持する事が可能となった。同様に無線基地局からの送信電力についても、移動無線機の存在する方向へ有効に伝搬可能なアンテナ（基本アンテナ）のみに使用を限定することができるので、従来必要としていた値よりも少ない電力でも同一品質を維持する事が可能となった。また、上記のようなアンテナの使用では使用するアンテナ数は通常2～3となるから、複数の伝搬経路をへて無線基地局へ到達した無線信号の内、電力の大きな複数個の信号をすべて基本アンテナで選択受信し、無線基地局内の無線受信部へ導くことが可能であり、この結果、前述の移動無線機が高速で移動した場合、電波の到来方向が急速に変化し、アンテナの主指向性の追尾が不可能となる危険性を大きく減少させることが出来る。第三に同一システム内の他の通信に及ぼす電波干渉を少なくした点である。これは第一に説明したように、無線基地局から送信する電波を無駄な方向へ発射するのを防止可能となったことによる。さらに自己のサービスエリア以外へ漏洩する無線信号が減少し、他通話者に対する電波干渉を減少させることが可能となった。以上の結果、同一無線チャネルを使用する距離（協調距離）を減少させても干渉の発生確率が増加せず、同一無線チャネルの使用頻度の増加が可能となり周波数の有効利用度が大きく向上するのを期待できるゆえ、本発明の効果はきわめて大きいと思われる。

#### 【図面の簡単な説明】

\*【図1】本発明によるシステム構成の一実施例を示す図である。

【図2】本発明のアンテナの特性を示す図である。

【図3】

【図1】のシステム構成の一部を示す図である。

【図4】

【図1】のシステム構成の一部を示す他の図である。

【図5】

【図1】のシステム構成の一部を示す他の図である。

10 【図6】

【図1】のシステム構成の一部を示す他の図である。

【図7】本発明によるシステムの動作の流れを示すフローチャートである。

【図8】図7と共に本発明によるシステムの動作の流れを示すフローチャートである。

【図9】図9と共に本発明によるシステムの動作の流れを示すフローチャートである。

【図10】本発明によるシステムに適用されるフレーム構成の1例を示す図である。

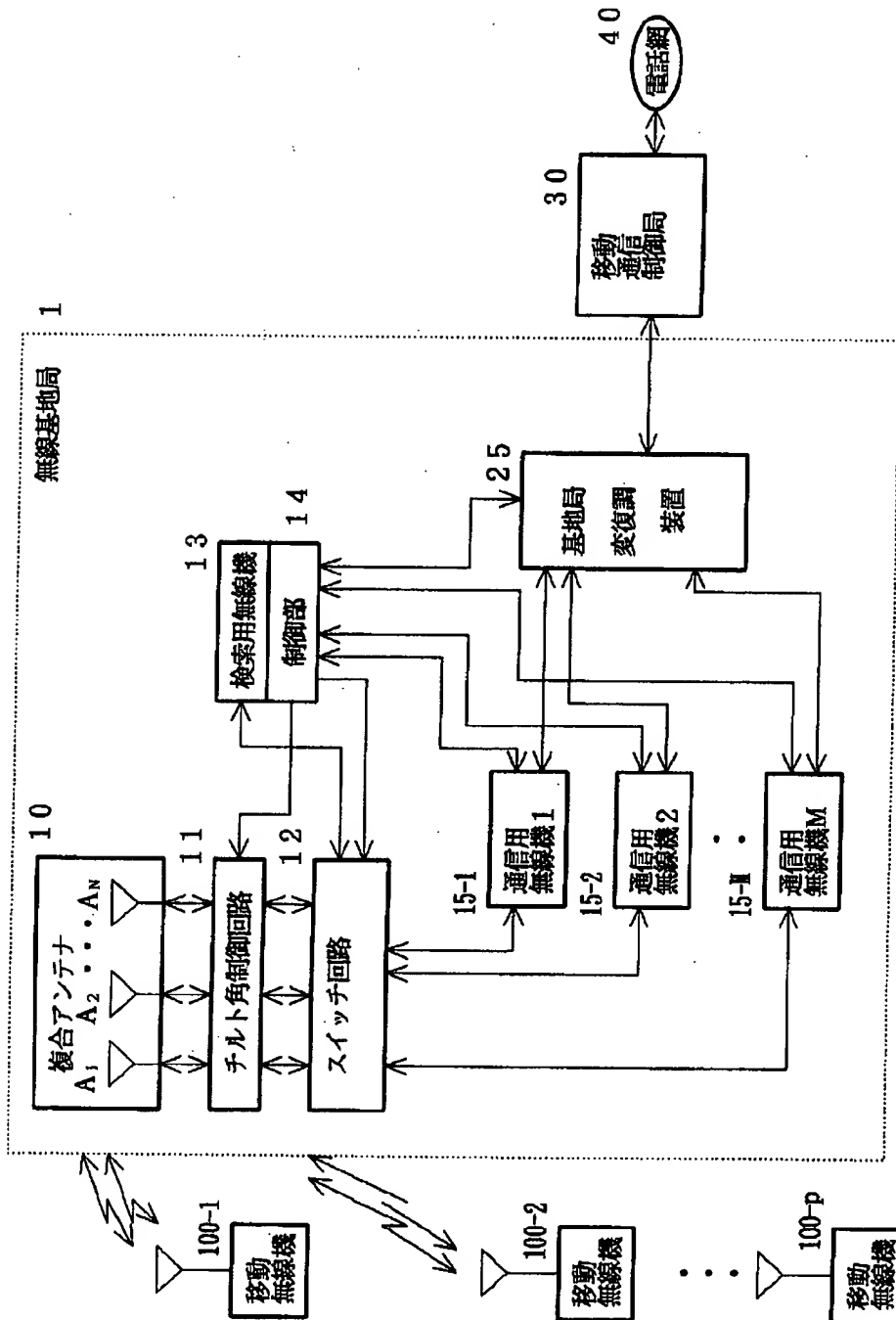
20 【図11】本発明によるシステムの動作を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

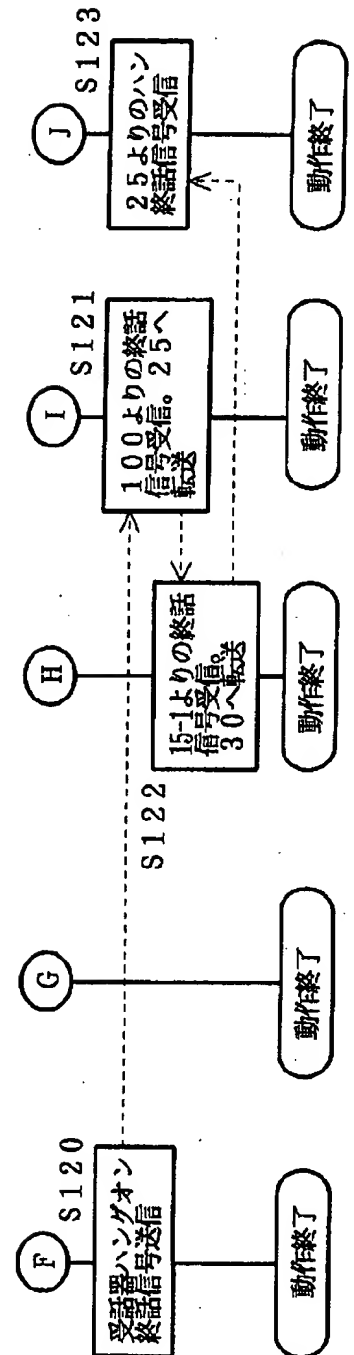
1	無線基地局
10	複合アンテナ
11	チルト角制御回路
12	スイッチ回路
13	検索用送受信部
15、15-1、15-1、・・・15-M	通信用無線機
25	基地局変復調装置
30	移動通信制御局
40	電話網
60	有線系信号送受信部
61	デコーダ
62	コーダ
63	復合化回路
64	符号化回路
70	タイミング発生回路
71	クロック発生器
75	基地局制御部
78	無線系信号送受信部
100、100-1、100-2、・・・15-p	移動無線機

\*

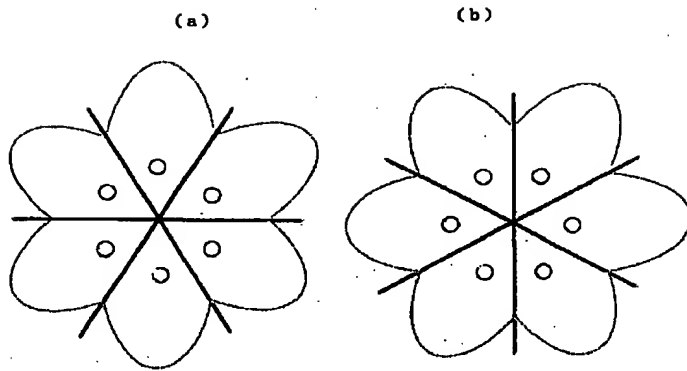
【図 1】



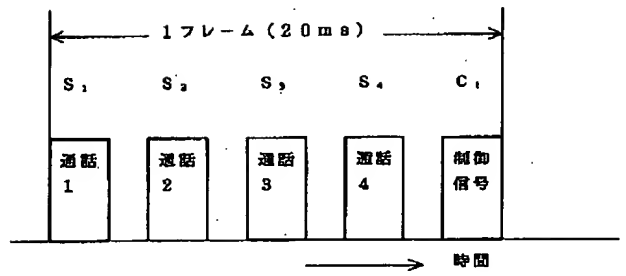
【図 9】



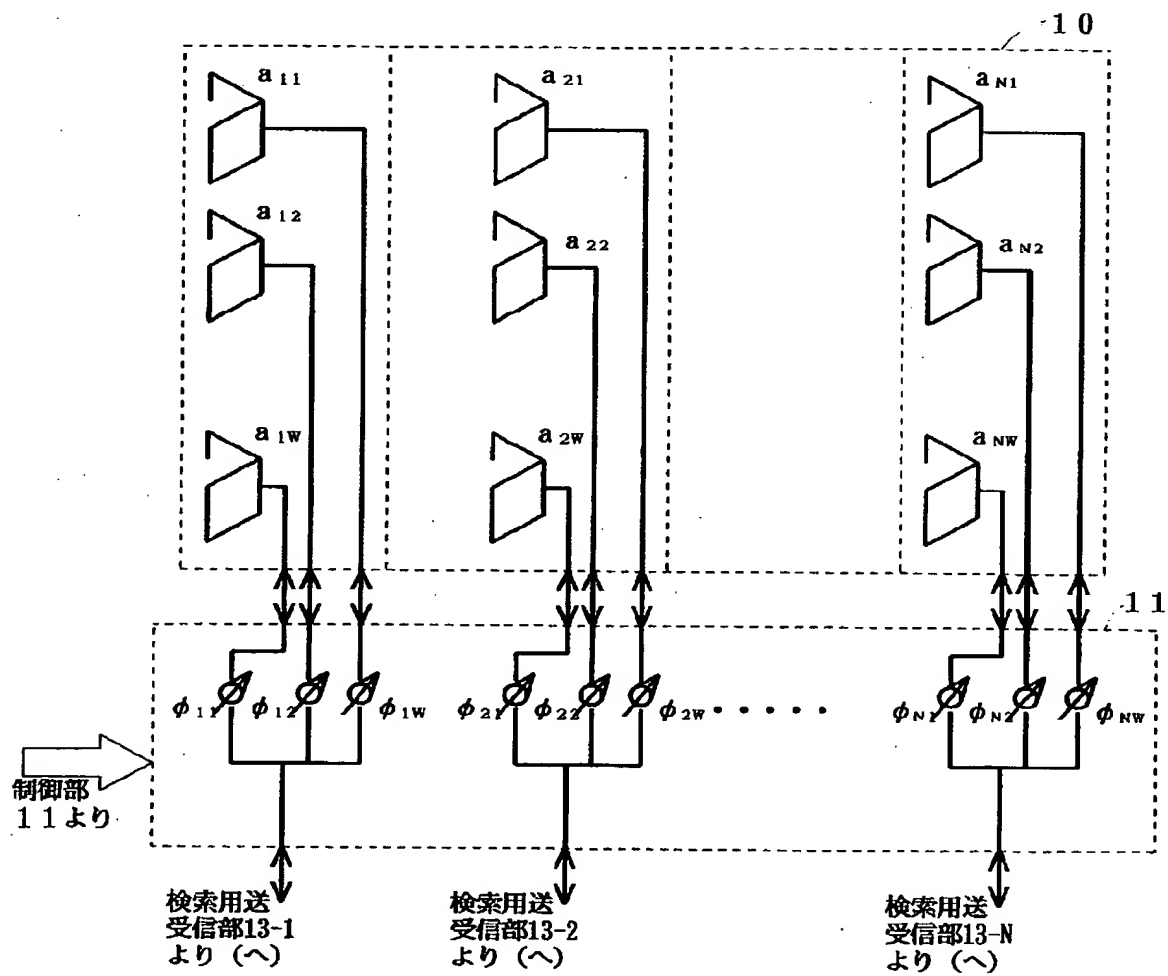
【図2】



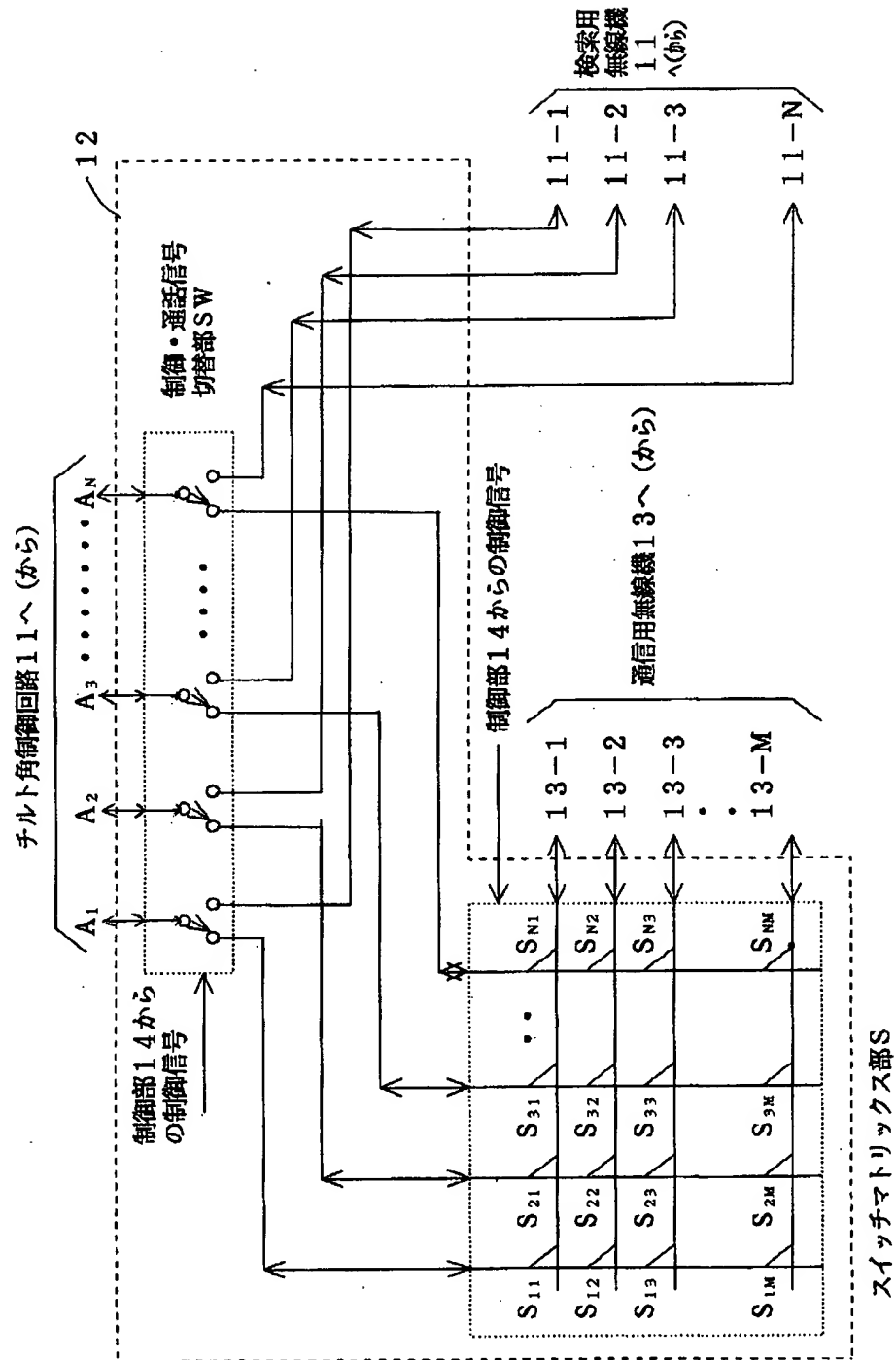
【図10】



【図3】

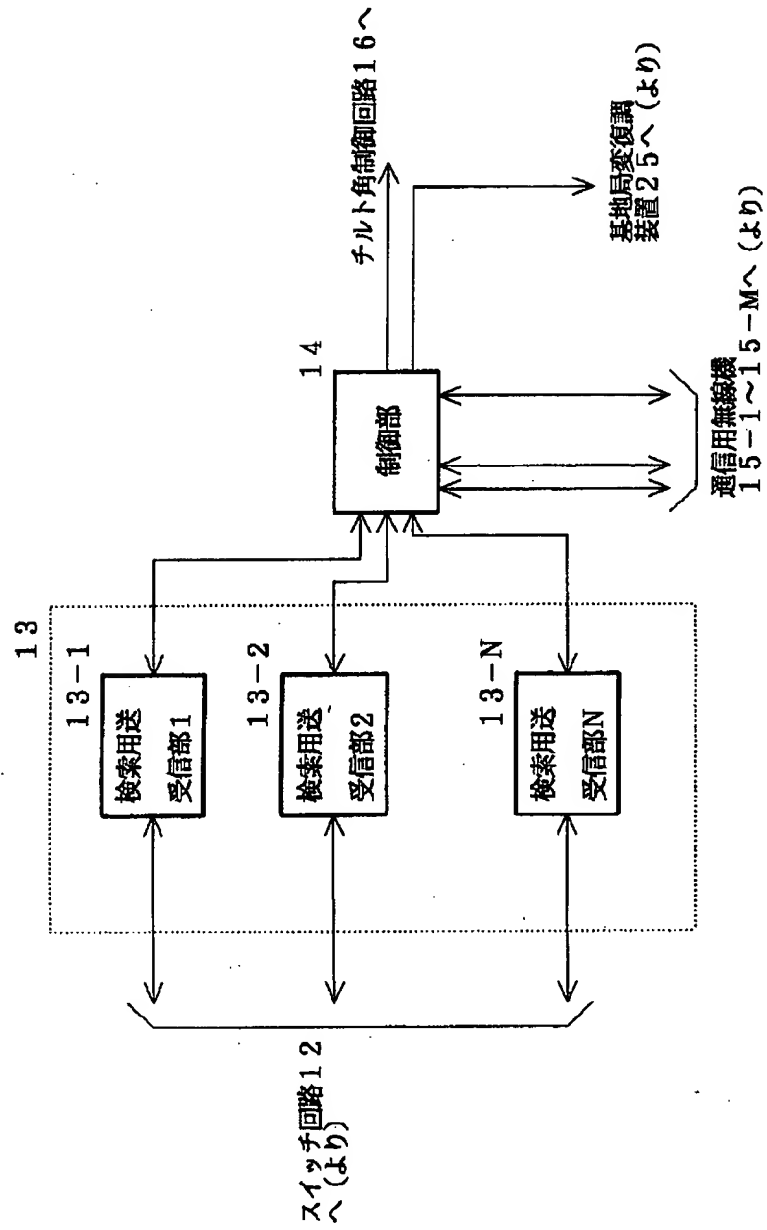


【図4】

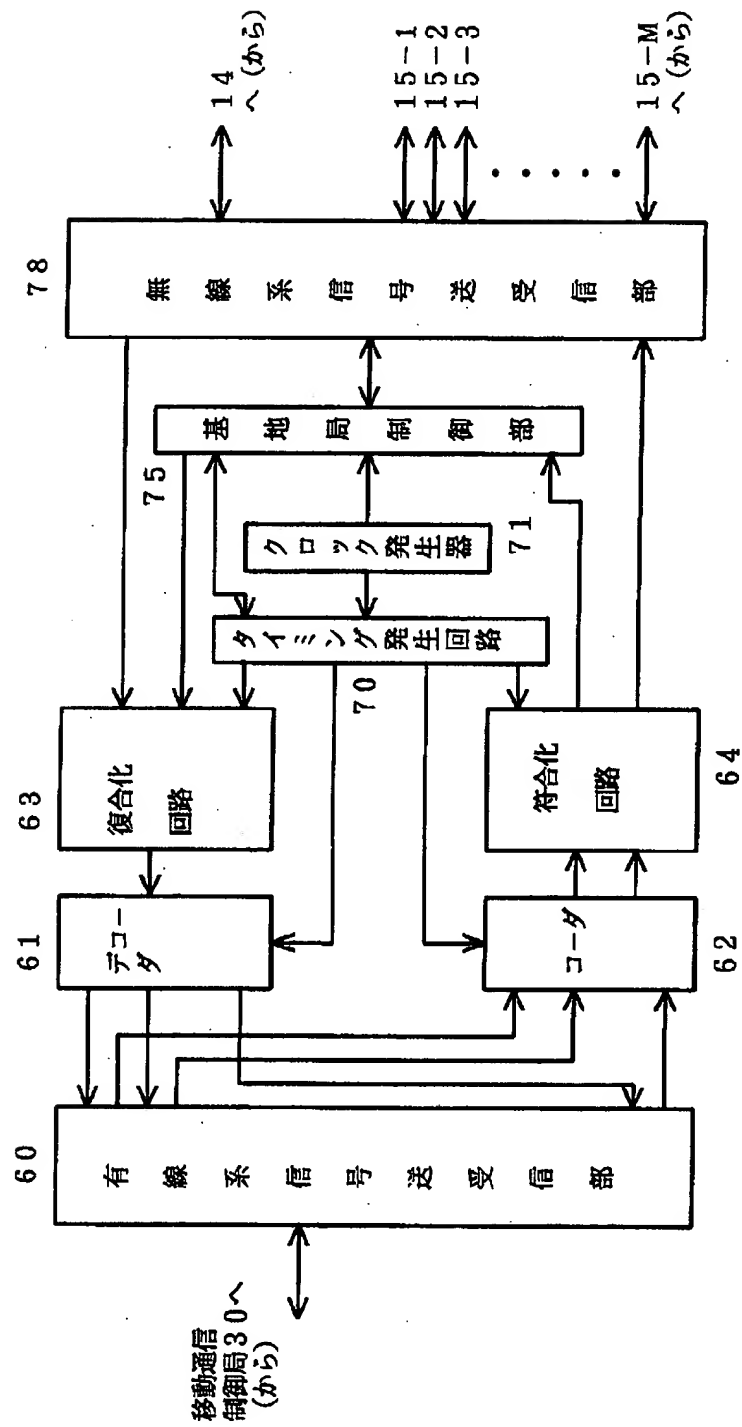




【図 5】

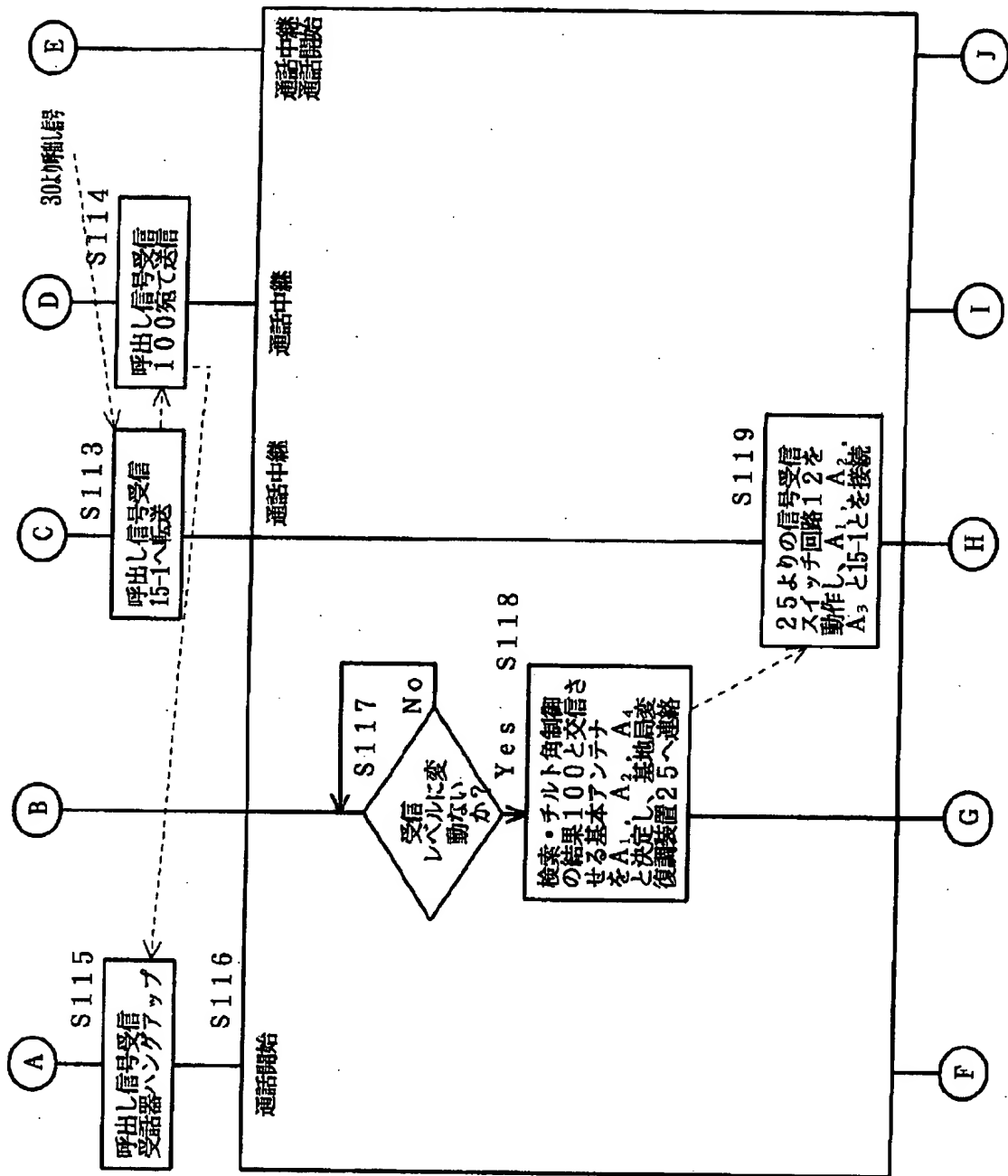


【図6】





【図8】



【図11】

